

18 MAR 2004

WIPO PCT

10/539254
PCT/JP03/16007

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

12.12.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 1 2 月 1 6 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 3 6 3 9 8 9
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 6 3 9 8 9]

出 願 人
Applicant(s): 独立行政法人 科学技術振興機構
三宅 正司
江部 明憲

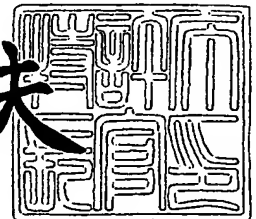
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 3 月 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 2 4 4 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 10207938

【提出日】 平成14年12月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05H 1/46

【発明の名称】 プラズマ生成装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区松月町 2 - 4 5 メゾン松月 2 0
2

【氏名】 庄司 多津男

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府箕面市小野原東 3 - 1 1 - 1 5 - 2 4 5

【氏名】 節原 裕一

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市右京区西院清水町 1 2 - 1 プリオーレ京
都西院 4 0 2

【氏名】 江部 明憲

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府吹田市青葉丘南 8 番 P - 5 0 5

【氏名】 三宅 正司

【特許出願人】

【識別番号】 396020800

【氏名又は名称】 科学技術振興事業団

【特許出願人】

【識別番号】 502237515

【氏名又は名称】 三宅 正司

【特許出願人】

【識別番号】 502236437

【氏名又は名称】 江部 明憲

【代理人】

【識別番号】 100095670

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 良平

【選任した代理人】

【識別番号】 100077171

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 尚恒

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019079

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 プラズマ生成装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 a)真空容器と、
b)前記真空容器内に設けた、被処理基板を載置する基板台と、
c)電極が前記基板台に平行に並ぶように前記真空容器内に設けた複数個の高周波アンテナであって、その内の 1 組又は複数組の隣接アンテナの隣接電極同士を同一極性とした複数個の高周波アンテナと、
を備えることを特徴とするプラズマ生成装置。

【請求項 2】 全ての高周波アンテナにおいて、隣接アンテナの隣接電極同士を同一極性としたことを特徴とする請求項 1 に記載のプラズマ生成装置。

【請求項 3】 真空容器内に、電極が基板台に平行に並ぶ複数個の高周波アンテナを備えるプラズマ生成装置を用いた基板製造方法において、その内の 1 組又は複数組の隣接アンテナの隣接電極同士を同一極性とすることにより、前記プラズマ生成装置内のプラズマ密度分布を制御することを特徴とする基板製造方法。

【請求項 4】 全ての高周波アンテナにおいて、隣接アンテナの隣接電極同士を同一極性とすることを特徴とする請求項 3 に記載の基板製造方法。

【請求項 5】 真空容器内に、電極が基板台に平行に並ぶ複数個の高周波アンテナを備えるプラズマ生成装置において、その内の 1 組又は複数組の隣接アンテナの隣接電極同士を同一極性とすることにより、前記プラズマ生成装置内のプラズマ密度分布を制御することを特徴とするプラズマ制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、プラズマを用いて被処理基板の表面に堆積処理又はエッチング処理を行い半導体などの基板を製造するためのプラズマ生成装置に関する。特に、大面積に亘って均一にプラズマを発生させることにより、大面積の基板を製造する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、アモルファスシリコン膜を用いたTFT(薄膜トランジスタ)-LCDよりも高輝度の画像を表示することができるポリシリコンTFT-LCDが注目されている。ポリシリコンTFT-LCDでは、まず、ガラス基板上にポリシリコン薄膜を形成し、マザー基板とする。このマザー基板上を多数の2次元配列された画素領域に区分し、各画素領域に薄膜トランジスタ(TFT)を形成してLCD用基板とする。大画面のポリシリコンTFT-LCDを製造するためには、高い品質、特に高い平坦性を有するポリシリコンマザー基板が必要となる。

【0003】

ポリシリコン基板は高効率の太陽電池用基板としても注目されており、需要及び応用の拡大に伴ってその大面積化が求められている。また、一般の半導体デバイス用基板についても、単結晶サイズを超える大面積のものについては、堆積によるマザー基板を使用せざるを得ない。

【0004】

これらの分野で用いられるマザー基板を製造するために、プラズマを用いた処理が行われる。プラズマを用いた処理には、土台となる被処理基板の表面にマザー基板の原料を堆積させる処理、及び、マザー基板を含む被処理基板表面をエッチングする処理等が含まれる。基板の大型化に伴い、プラズマ処理を行う装置も大型化する必要があるが、その際の最も大きな問題は、プラズマ処理の不均一性である。これを解消するためには、基板全面に亘ってプラズマ密度をできるだけ均一にする必要がある。一方、生産性の観点からは、プラズマ密度を高め、それにより堆積速度やエッチングレートを高めることが求められる。

【0005】

プラズマを生成する方法には、ECR(電子サイクロトン共鳴)プラズマ方式、マイクロ波プラズマ方式、誘導結合型プラズマ方式、容量結合型プラズマ方式等がある。このうち誘導結合型プラズマ方式は、アンテナとなる誘導コイルに高周波電圧を印加し、プラズマ生成装置の内部に誘導電磁界を生成して、それによりプラズマを生成するものである。この構成によれば、前記のプラズマ装置に求められる要件の1つである高密度のプラズマを生成することができる。一方、プラズ

マ密度はアンテナからの距離に依存するため、前記のもう 1 つの要件であるプラズマ密度の均一性についてはアンテナの形状や位置等の構成を工夫することにより向上することが図られている。例えば、特許文献 1 には、プラズマ生成室の天井の外側に設けた平板状のコイルから高周波を導入し、プラズマ密度の均一性を向上させることが記載されている。

【0006】

【特許文献 1】

特開2000-58297号公報（[0026]～[0027]、図1）

【0007】

このような構成において基板の大面积化を図ろうとすると、プラズマ生成室天井の機械的強度を確保するために天井の壁を十分に厚くしなければならない。しかし、特許文献 1 の装置ではプラズマ生成室の外側にアンテナが配置されているため、アンテナから放射される誘導電磁界が壁において減衰し、プラズマ生成室内の誘導電磁界の強度を十分に得ることが困難である。即ち、特許文献 1 に記載の方法では、プラズマ密度の均一性については一定の向上が見られるものの、プラズマ密度を十分に高くすることは困難である。

【0008】

それに対して本願発明者らは特許文献 2 において、高周波アンテナをプラズマ生成室内部に設けること（[0008]～[0010]）、更に複数のアンテナを設けること（[0050]）を提案している。

【0009】

【特許文献 2】

特開2001-35697号公報（[0008]～[0010]、[0050]、図11）

【0010】

この構成によれば、プラズマ生成室の壁が障害とならないため、誘導電磁界が減衰することなくプラズマ生成室内に放射され、プラズマ密度を十分に高くすることができる。また、均等に配置された複数のアンテナから誘導電磁界が放射されるため、その均一性が向上し、それによりプラズマ密度の均一性を向上させることができる。これらの効果により、大面积の被処理基板に対する堆積処理やエ

ッチング処理が可能になる。以下、特許文献 2 に記載の複数のアンテナを設ける構成を「マルチアンテナ方式」と呼ぶ。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

今後更に大面積の基板を処理するためには、プラズマ密度の強度を十分に確保しつつ、より均一性の高いプラズマ状態を生成することが求められる。そのためには、前記マルチアンテナ方式においても、各アンテナの形状・位置等やアンテナ間の関係等の現在考慮されていないパラメータを検討することが必要である。

【0012】

本発明はこのような課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、空間的に均一で且つ高い密度のプラズマを生成することができるプラズマ生成装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために成された本発明に係るプラズマ生成装置は、

- a) 真空容器と、
 - b) 前記真空容器内に設けた、被処理基板を載置する基板台と、
 - c) 電極が前記基板台に平行に並ぶように前記真空容器内に設けた複数個の高周波アンテナであって、その内の 1 組又は複数組の隣接アンテナの隣接電極同士を同一極性とした複数個の高周波アンテナと、
- を備えることを特徴とする。

【0014】

【発明の実施の形態】

本発明に係るプラズマ生成装置は、その内部がプラズマ生成室となる真空容器を有する。真空容器は真空ポンプに接続され、真空容器内部が所定の真空度に維持される。この真空容器内部に、被処理基板を載置する基板台を設ける。また、生成するプラズマの原料となるガスを真空容器内に導入するガス導入口を設ける。

【0015】

真空容器内に、高周波アンテナを複数個設ける。高周波アンテナを配置する際には、両端の電極が基板台に平行に並ぶようにする。各高周波アンテナの一方の電極を高周波電源に接続し、他方の電極を接地する。それらの電極間に高周波電圧を印加することにより誘導電磁界を生成する。

【0016】

ここまでの構成は、特許文献2に記載の構成と同様である。本発明においては、隣接アンテナの隣接電極同士が同一極性となるようにする。即ち、隣接電極を共に高周波電源に接続するか、又は共に接地する。

【0017】

本発明において上記の構成を用いる理由を説明するために、まず特許文献2に記載の装置の隣接アンテナの隣接電極の極性について説明する。特許文献2の図11では、隣接電極同士が異なる極性となるように高周波電源及び接地に接続される。このような構成により、隣接アンテナの隣接電極間に高周波電圧が印加され、その部分のみ局所的にプラズマ密度が高くなる。そのため、例えば基板台中央部等の、その隣接電極間以外の箇所のプラズマ密度が低くなり、プラズマ密度の均一性がよくない。プラズマ密度を高めるために高周波アンテナの設置密度を高くして隣接アンテナ間の距離を狭くすると、隣接アンテナの隣接電極間に生じる電場がより強くなり、プラズマ密度の均一性が更に悪化する。

【0018】

それに対して本発明においては、隣接アンテナの隣接電極同士を同一極性とするため、その隣接電極間は常に等電位であり高周波電圧が印加されない。そのため、その隣接電極間に局所的な高プラズマ密度領域が形成されることがない。極性を同一にする電極を適宜選択することにより、プラズマ密度の分布を制御することができる。

【0019】

更に、全ての高周波アンテナの全ての隣接電極同士を同一極性とすることにより、全ての隣接電極間において、極性の違いによる電圧が生じず、高プラズマ密度領域の形成が防止される。これにより、基板部分のプラズマ密度の低下を防ぎ、真空容器内の全体に亘ってプラズマ密度の均一性を向上することができる。ま

た、プラズマ密度の均一性を悪化させることなく隣接アンテナ間の距離を狭くし高周波アンテナの設置密度を高くすることができるため、全体としてプラズマ密度を高くすることができる。

【0020】

【発明の効果】

本発明により、大面積基板の製造が可能なマルチアンテナ方式の誘導結合型プラズマ生成装置において、基板部分のプラズマ密度をより高め、且つプラズマ密度分布をより均一化することができるようになる。また、高周波アンテナの設置密度を従来よりも高くすることが可能になり、より高密度のプラズマを生成することが可能になる。このプラズマ生成装置を用いれば、大面積の被処理基板に、均一性が高く且つ速い速度で堆積処理又はエッチング処理を行うことができ、全面に亘って高い均一性を有する基板を製造することができる。また、使用方法によっては、プラズマ密度の分布を制御することもできる。

【0021】

【実施例】

図1及び図2に、本発明に係るプラズマ生成装置の一実施例の構成を示す。図1は鉛直方向の断面図であり、図2は平面図である。真空容器11の内部が本プラズマ生成装置のプラズマ生成室となる。真空容器11内部の水平方向の断面は、長辺130cm、短辺100cmの矩形である。真空容器11には真空ポンプ(図示せず)を接続する。真空容器11内に被処理基板13を載置するための、長辺94cm、短辺76cmの矩形の平面状の基板台14を設ける。基板台14は、その下部に設けた昇降部141により昇降可能となっている。また、真空容器11の下側部には被処理基板13を出し入れするための基板出入口12を設ける。真空容器11内上部には、内壁に沿って水平に真空容器11内を一周分周回する周回部と、真空容器11外部に接続する接続部から成るガスパイプ15を設ける。このガスパイプ15の周回部の表面には、多数の孔を、真空容器11内に均等にガスを導入するために適宜分布で配置する。

【0022】

真空容器11の4つの側壁のうちその水平方向に長い方の2面には4個ずつ、

短い方の 2 面には 3 個ずつ等間隔に高周波アンテナ 16 を設ける。高周波アンテナ 16 の基板台 14 からの高さは 18cm である。以下においては、同一の側壁に設ける 3 個又は 4 個の高周波アンテナを 1 組のアンテナ群として説明する。図 2 には、アンテナ群の例として 3 個の高周波アンテナから成るアンテナ群 191 及び 4 個の高周波アンテナから成るアンテナ群 192 を示す。個々の高周波アンテナ 16 の形状は U 字形である。本実施例の高周波アンテナは、側壁に平行な方向の辺の長さを 15cm とする。同一のアンテナ群内において隣接する高周波アンテナ同士の間隔を、水平方向に長い方の側壁においては 8.0cm、短い方の側壁においては 9.5cm とする。これらの高周波アンテナの個数、大きさ及び間隔は、製造する基板の形状や面積及び真空容器 11 内部の水平方向の断面の形状や断面積に応じて適宜設定する。

【0023】

各アンテナ群に 1 台ずつ高周波電源 18 を設ける。各高周波アンテナ 16 の 2 つの電極のうち、一方はインピーダンス整合器 17 を介して高周波電源 18 に接続し、他方は接地する。同一のアンテナ群内では、隣接する高周波アンテナ同士において隣接電極同士を同極性とする。例えばアンテナ群 191 では、隣接する高周波アンテナ 161 と高周波アンテナ 162 においては互いに隣接する側の電極を共にインピーダンス整合器 17 - 高周波電源 18 に接続し、高周波アンテナ 162 と高周波アンテナ 163 においては互いに隣接する側の電極を共に接地する。

【0024】

本実施例のプラズマ生成装置の動作を説明する。昇降部 141 を動作させて基板台 14 を降下させる。被処理基板 13 を基板出入口 12 から真空容器 11 内に入れ、基板台 14 上に載置した後、基板台 14 を所定の位置まで上昇させる。プラズマの原料ガスを所定のガス圧でガスパイプ 15 に導入し、4 台の高周波電源 18 から所定の高周波電力を各高周波アンテナ 16 に供給する。これにより、各高周波アンテナ 16 が誘導電界を生成する。

【0025】

隣接アンテナ同士の隣接電極を同極性とすることにより、図 3 (a) に示す隣接

アンテナ間の隙間 20 においてこれらの電極間に電位差が生じることはない。このため、この隙間 20 において端子間電位差の存在によりプラズマ濃度が上昇することを防ぎ、その他の部分のプラズマ濃度が低下することを防ぐことができる。これによって、プラズマ濃度の空間分布の均一性を更に高めることができる。

【0026】

この均一性の高い誘導電界によって、真空容器 11 内に導入されたガスが電離して空間分布の均一性の高いプラズマが生成される。このプラズマによって、面積の被処理基板 13 の全面に亘り均一性の高い堆積処理又はエッチング処理を行うことができる。

【0027】

本実施例に対する比較例であるプラズマ生成装置の平面図を図 4 に示す。この比較例においては、隣接する高周波アンテナ同士において互いに近接する側の端子を逆極性とする。例えば隣接する高周波アンテナ 161 と高周波アンテナ 162 においては、高周波アンテナ 161 では高周波アンテナ 162 に近接する側の端子を接地側に、高周波アンテナ 162 では高周波アンテナ 161 に近接する側の端子をインピーダンス整合器 17-高周波電源 18 に接続する。端子の極性以外は、図 2 の本実施例と同一の構成とする。

【0028】

この比較例においては、図 3 (b) に示すように、隙間 20 において電極間に電位差が生じる。このため、この隙間 20 におけるプラズマ濃度が他の位置よりも高くなる。また、それに伴って他の位置のプラズマ濃度が低下する。

【0029】

以下に、上記本実施例のプラズマ生成装置において生成されるプラズマの密度を測定した結果を示す。併せて、上記比較例のプラズマ生成装置において生成されるプラズマの密度を示し、本実施例との比較を行う。本測定におけるプラズマ生成条件は以下の通りである。生成するプラズマは Ar プラズマである。あらかじめ真空容器 11 内を 5×10^{-5} Pa まで排気した後、原料ガスである Ar ガスを 1.33 Pa のガス圧まで供給する。各高周波アンテナ 16 に周波数 13.56 MHz の高周波電力を供給する。その他の条件は各測定の説明の際に示す。また、プラズマ密度の測定に

はラングミュアプローブ法を用いた。

【0030】

図5に、高周波アンテナと同じ高さであって基板台中央の直上におけるプラズマ密度を測定した結果を示す。ここで、縦軸は対数スケールで表したプラズマ電子密度であり、横軸は各高周波電源が供給する高周波電力の大きさである。高周波電力の値がいずれの場合も、本実施例の装置の方が比較例の装置よりも高いプラズマ密度を得ることができる。特に、高周波電力が1200W～2500Wの場合、本実施例のプラズマ密度は比較例のプラズマ密度の約2倍となる。

【0031】

図6に、プラズマ密度の空間分布を測定した結果を示す。その際の測定条件は以下の通りである。高周波電力は、図2及び図4に示す1組のアンテナ群192にのみ供給する。高周波電源が供給する高周波電力の大きさは1500Wである。プラズマ密度の測定点である図6の横軸は、アンテナ群192を設けた側壁に平行に13cm離れた直線上の位置を表す。

【0032】

図6より、比較例のプラズマ生成装置においては、端部のプラズマ密度が中心付近のプラズマ密度よりも低くなり、プラズマ密度の空間分布の偏りが見られる。それに対して本実施例のプラズマ生成装置においては、プラズマ密度の空間分布の偏りが比較例のプラズマ生成装置におけるそれよりも小さくなり、プラズマ密度分布の均一性が改善される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るプラズマ生成装置の一実施例の鉛直方向の断面図。

【図2】 図1のプラズマ生成装置の平面図。

【図3】 隣接アンテナ間の隙間及びその間における電位差についての説明図

。

【図4】 比較例のプラズマ生成装置の平面図。

【図5】 図2の本発明のプラズマ生成装置及び図4の比較例のプラズマ生成装置における、装置中央のプラズマ密度を示すグラフ。

【図6】 図2の本発明のプラズマ生成装置及び図4の比較例のプラズマ生成

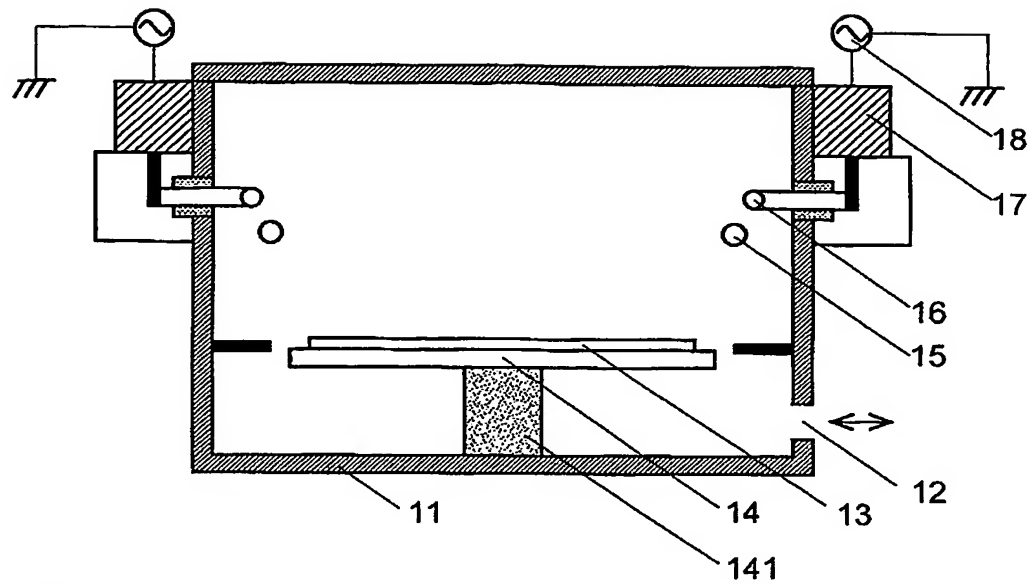
装置における、プラズマ密度の空間分布を示すグラフ。

【符号の説明】

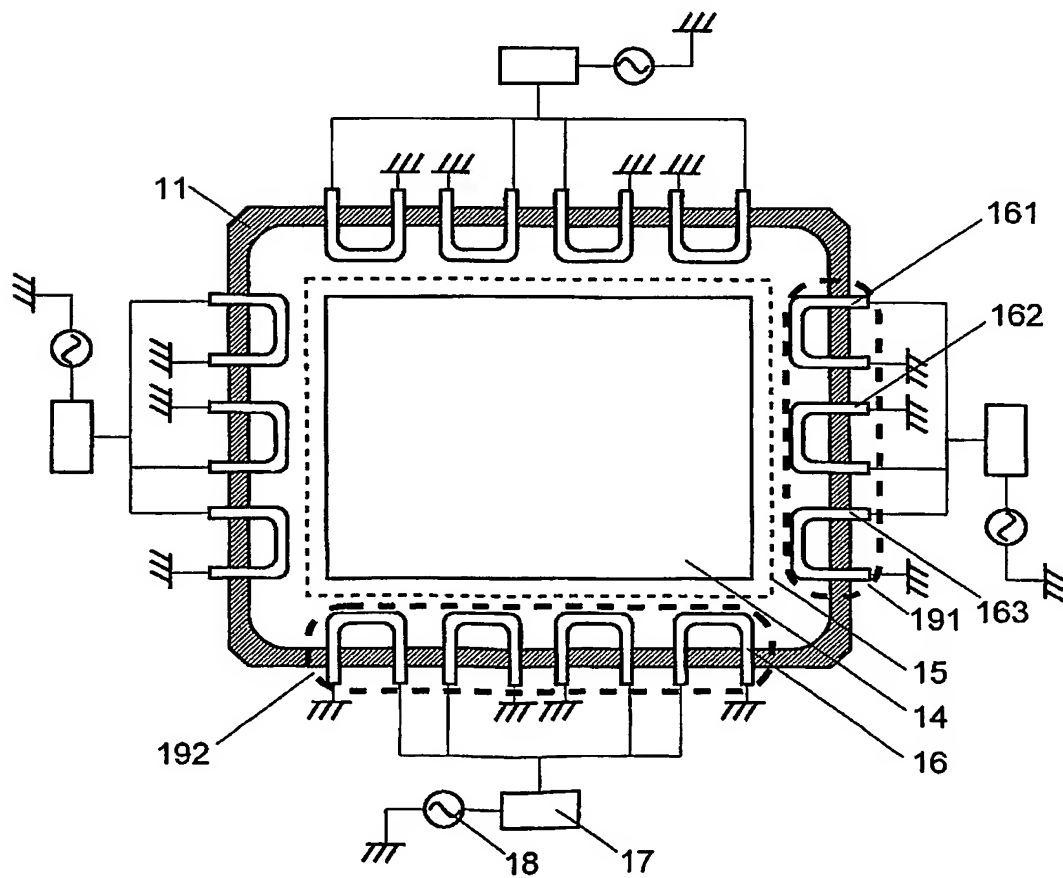
- 11…真空容器
- 12…基板搬出入口
- 13…被処理基板
- 14…基板台
- 141…昇降部
- 15…ガスパイプ
- 16、161、162、163…高周波アンテナ
- 17…インピーダンス整合器
- 18…高周波電源
- 191、192…アンテナ群
- 20…隙間

【書類名】 図面

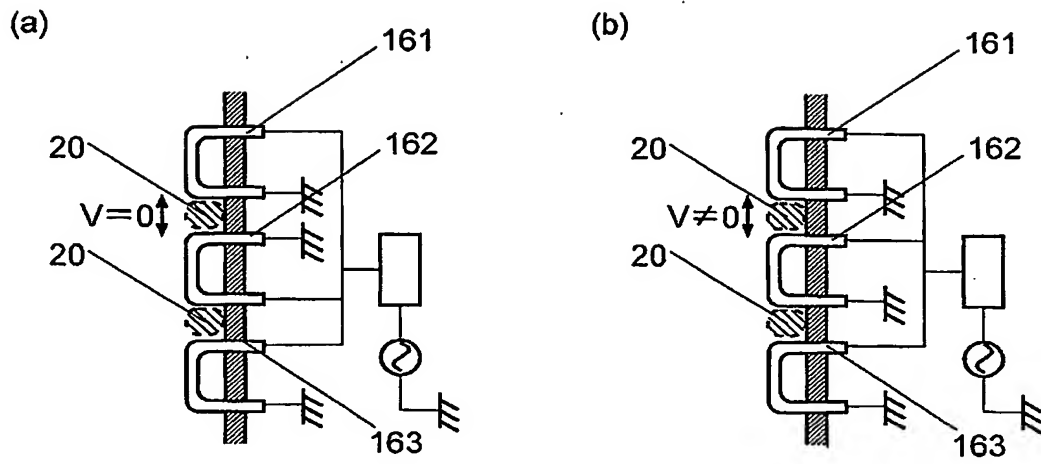
【図 1】



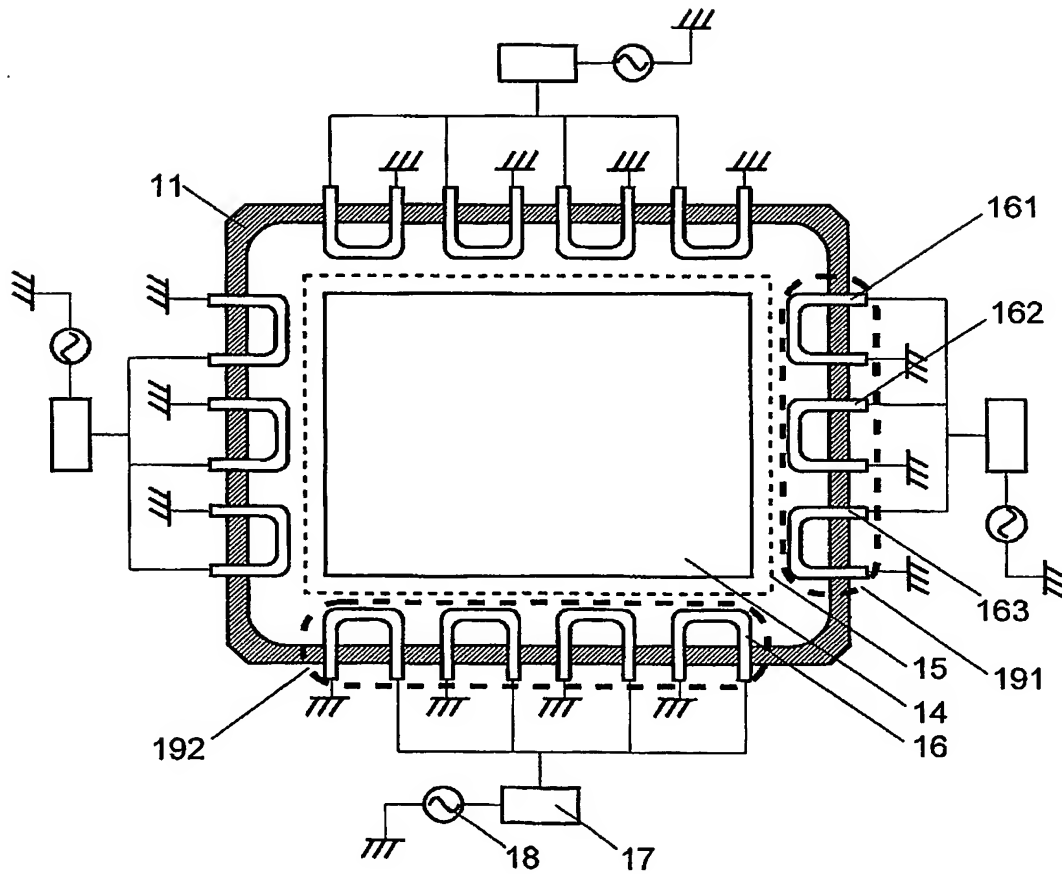
【図 2】



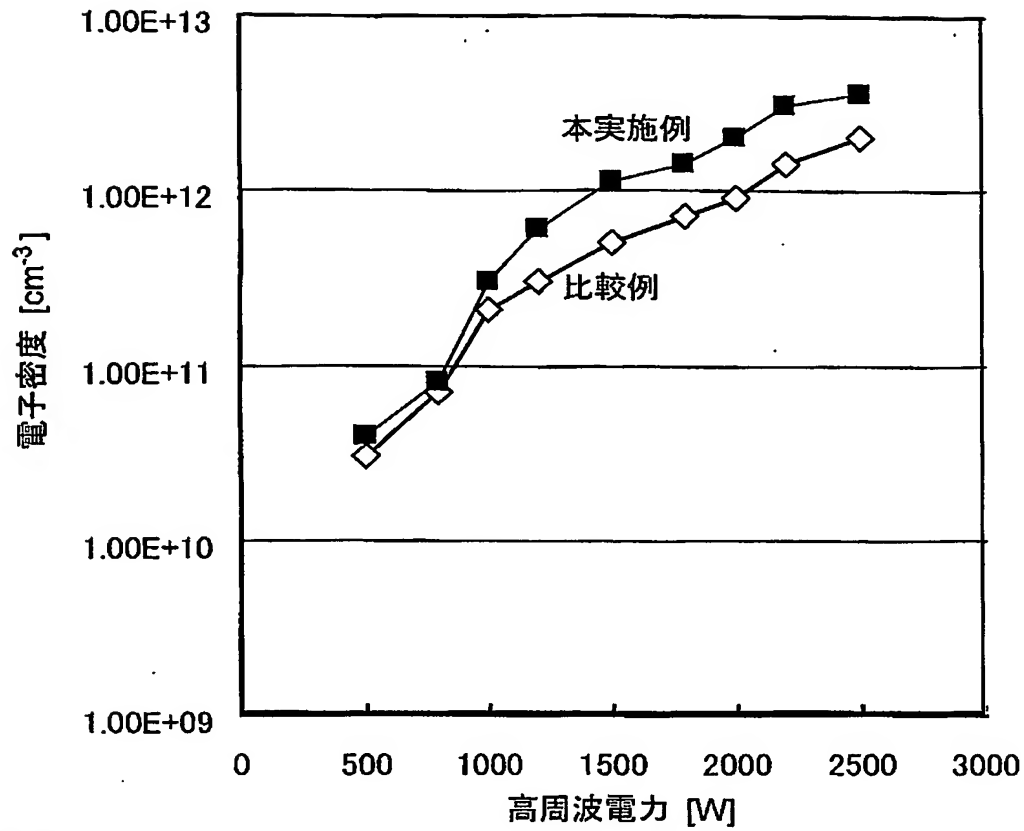
【図 3】



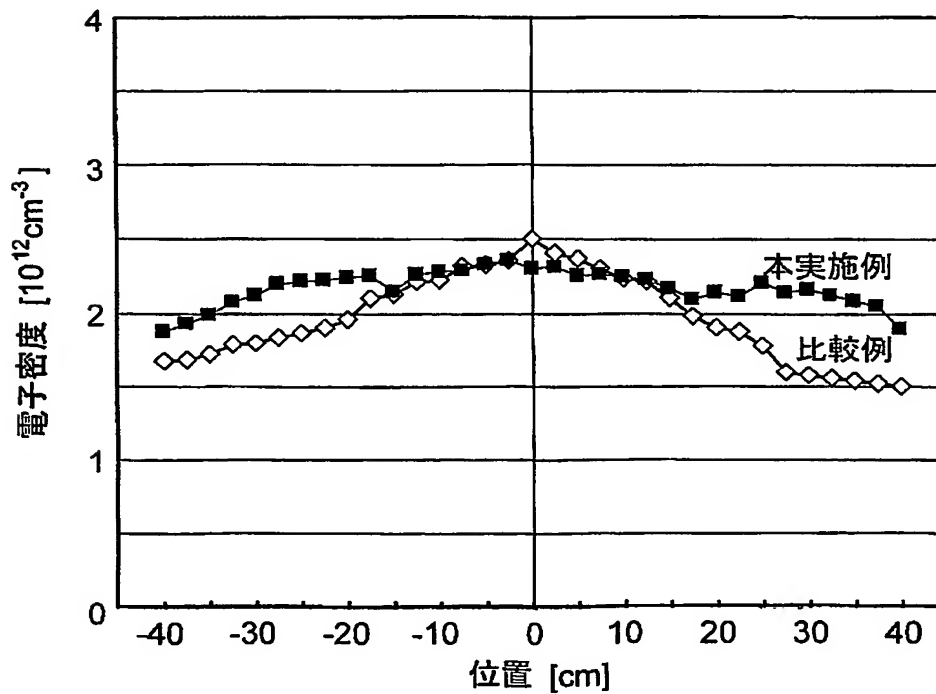
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 空間的に均一で且つ高い密度のプラズマを生成することができるプラズマ生成装置を提供する。

【解決手段】 真空容器 11 の側壁に複数個の高周波アンテナ 16 を、その電極が基板台 14 の平面と平行に並ぶように配置する。隣接アンテナの隣接電極同士が同一極性になるように、各高周波アンテナ 16 に高周波電源 18 及び接地を接続する。真空容器 11 内に原料ガスを導入し各高周波アンテナ 16 に高周波電圧を印加することにより、真空容器 11 内にプラズマを生成する。この構成により、隣接アンテナの隣接電極間の電位差は常に 0 となり、隣接電極間に局所的に高密度のプラズマが生成されることが防がれる。そのため、基板台 14 部のプラズマ密度の均一性を改善し、且つプラズマ密度を高くすることができる。

【選択図】 図 2

【書類名】 出願人名義変更届 (一般承継)
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【事件の表示】
【出願番号】 特願2002-363989
【承継人】
【識別番号】 503360115
【住所又は居所】 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構
【代表者】 沖村 憲樹
【連絡先】 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 独立行政法人科学技術振興機構 知的財産戦略室 佐々木吉正 TEL 03-5214-8486 FAX 03-5214-8417

【提出物件の目録】
【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。
【物件名】 登記簿謄本 1
【援用の表示】 平成15年10月31日付提出の特第許3469156号にかかる一般承継による移転登録申請書に添付のものを援用する。

特願 2002-363989

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[396020800]

1. 変更年月日

1998年 2月24日

[変更理由]

名称変更

住 所

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

氏 名

科学技術振興事業団

特願 2002-363989

出願人履歴情報

識別番号

[502237515]

1. 変更年月日

2002年 7月 1日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府吹田市青葉丘南8番 P-505

氏 名

三宅 正司

特願 2002-36398.9

出願人履歴情報

識別番号

[502236437]

1. 変更年月日

2002年 9月27日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都府京都市右京区西院清水町12-1 プリオーレ京都西院

402

氏 名

江部 明憲

特願 2 0 0 2 - 3 6 3 9 8 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[5 0 3 3 6 0 1 1 5]

1. 変更年月日

2 0 0 3 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号

氏 名

独立行政法人 科学技術振興機構